

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1929-1930. — N° 37

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
PHYSIOLOGIQUE ET THÉRAPEUTIQUE
DES
RAYONS INFRA-ROUGES

*Travail du Centre régional de Lutte contre le cancer de Bordeaux
et du Sud-Ouest*

(Directeur : Professeur RÉCHOU)

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Samedi 14 décembre 1929

PAR

Georges-Pierre BODET

ÉLÈVE DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE
EXTERNE DES HÔPITAUX

Né à BORDEAUX (Gironde), le 2 octobre 1904.

Examineurs de la Thèse	{	MM. RÉCHOU, professeur.....	{	Président.
		CHAVANNAZ, professeur....		Juges.
		JEANNENEY, agrégé.....		
		LOUBAT, agrégé.....		

BORDEAUX
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS
Y. CADORET
3 PLACE SAINT-CHRISTOLY, 3

1929



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1929-1930. — N° 37

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
PHYSIOLOGIQUE ET THÉRAPEUTIQUE

DES

RAYONS INFRA-ROUGES

Travail du Centre régional de Lutte contre le cancer de Bordeaux
et du Sud-Ouest

(Directeur : Professeur RÉCHOU)



THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Samedi 14 décembre 1929

PAR

Georges-Pierre BODET

ÉLÈVE DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE
EXTERNE DES HÔPITAUX

Né à BORDEAUX (Gironde), le 2 octobre 1904.

Examineurs de la Thèse	{	MM. RÉCHOU, professeur.....	Président.
		CHAVANNAZ, professeur....	Juges.
		JEANNENEY, agrégé.....	
		LOUBAT, agrégé.....	

BORDEAUX

IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS

Y. CADORET

3 PLACE SAINT-CHRISTOLY, 3

1929

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS..... Doyen.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. LANELONGUE, POUSSON, MOURE, PRINCETEAU, W. DUBREUILH,
RIVIÈRE, BARTHE, LE DANTEC.

PROFESSEURS :

	MM.		MM.
Clinique médicale.....	VERGER.	Zoologie et parasitologie.....	MANDOUL.
id.....	CASSAET.	Médecine expérimentale.....	MAURIAC.
Clinique chirurgicale.....	CHAVANNAZ.	Clinique ophtalmologique.....	TEULIÈRES.
id.....	BÉGOUIN.	Clinique chirurg. infantile et orthopédie.....	ROCHER.
Pathologie et thérapeutiques générales...	CARLES.	Clinique gynécologique.....	GUYOT.
Clinique d'accouchements.....	ANDÉRODIAS.	Clinique méd. des maladies des enfants.....	CRUCHET.
Anatomie pathol. et microscopie clinique.	SABRAZÈS.	Chimie biologique et médicale.....	DENIGÈS.
Anatomie.....	VILLEMEN.	Physique médicale et pharmaceutique.....	SIGALAS.
Anatomie générale et histologie.....	G. DUBREUIL.	Médec. coloniale et clin. des mal. exotiques.	BONNIN.
Physiologie.....	PACHON	Clinique des malad. cutanées et syphilitiques	PETGES.
Hygiène.....	AUCHÉ.	Clinique des maladies des voies urinaires.	DUVERGEY.
Médecine légale et déontologie.....	LANDE.	Clinique des malad. nerveuses et mentales.	ABADIE.
Electroradiologie et clin. d'électricité médic.	RÉCHOU.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	PORTMANN.
Chimie.....	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée.....	LABAT.
Potanique et matière médicale.....	BEILLE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie..	SELLIER.
Pharmacie.....	DUPOUY.		

MM. DELAUNAY (Physiologie). MICHELEAU, LEURET, DUPÉRIÉ (Médecine générale).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie.....	DUBECO.	Chirurgie générale.....	PAPIN.
Histologie.....	LACOSTE.	id.....	JEANNENEY.
Anatomie pathologique.....	MURATET.	id.....	CHARRIER.
Parasitologie et sciences naturelles.....	R. SIGALAS.	id.....	LOUBAT.
Médecine générale.....	GREYX.	Obstétrique.....	PERY.
id.....	N.	id.....	N.
id.....	AUBERTIN.	Ophtalmologie.....	BEAUVIEUX.
id.....	DAMADE.	Dermatologie et syphiligraphie.....	JOULIA.
id.....	PIÉCHAUD.	Pharmacie.....	GOLSE.
Maladies mentales.....	PERRENS.		

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.		MM.
Clinique dentaire.....	CAVALIÉ.	Puériculture.....	N.
Médecine opératoire.....	PAPIN.	Démonstrations et préparations pharmac..	N.
Accouchements.....	PERY.	Pharmacie chimique.....	GOLSE.
Ophtalmologie.....	CABANNES.	Zoologie et parasitologie.....	R. SIGALAS.

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. MM. N.

Cours complémentaire annexe. — Prothèse et rééducation professionnelle..... GOURDON

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

A MON PERE

A MA MERE

A LA MEMOIRE DE MON FRERE ROGER,

Mort au champ d'honneur.

A MES FRERES ET MA SOEUR

A MA TANTE

A MON BEAU-FRERE ET MA BELLE-SOEUR

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS MES MAITRES DES HOPITAUX CIVILS
ET MILITAIRES

A MES CAMARADES D'EXTERNAT
ET DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE

A TOUS MES AMIS

A LA MEMOIRE DE MON MAITRE

LE PROFESSEUR ROBERT PICQUE

A MES MAITRES DE L'EXTERNAT

MESSIEURS LES PROFESSEURS : SABRAZES, CASSAET, MICHE-
LEAU, RECHOU,

MESSIEURS LES PROFESSEURS AGRÉGÉS : CHARRIER, CREYX.

MONSIEUR LE DOCTEUR CHARBONNEL.

A MONSIEUR LE DOCTEUR CH. WANGERMEZ

*Chef de Clinique d'électro-radiologie,
Licencié ès sciences,
Ex-Interne des Hôpitaux.*

Dont les suggestions si claires et si lar-
ges de vue m'ont guidé dans ce travail.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ G. JEANNENEY

*Chirurgien des Hôpitaux,
Chirurgien adjoint du Centre régional de lutte contre le cancer
de Bordeaux et du Sud-Ouest,
Membre correspondant de la Société de chirurgie de Paris,
Croix de guerre.*

Initiateur de mes premières années médicales, vous m'avez donné l'impulsion nécessaire pour franchir ce stade. J'ai eu le plaisir de vous retrouver comme maître de Chirurgie. Regrettant que mes tendances personnelles ne me poussent pas vers cette voie, je désire vous donner l'assurance que vos leçons si claires et si vivantes ont servi à m'inculquer le souci de la précision dans mes études médicales.

Avec mes respectueux remerciements, je vous donne l'assurance de mon entier dévouement.

A MON PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR RECHOU

*Professeur d'électro-radiologie et de Clinique d'électricité médicale,
Directeur du Centre régional de lutte contre le cancer
de Bordeaux et du Sud-Ouest,
Docteur ès sciences,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique.*

CHER MAÎTRE,

J'ai trouvé auprès de vous et dans votre service le plus bienveillant accueil tant comme externe que pour l'accomplissement de ce travail.

Je vous remercie de m'avoir permis de m'initier à l'Electro-Radiologie et de m'avoir donné les instruments nécessaires aux recherches que vous m'aviez fait l'honneur de me confier.

Veuillez recevoir ici, mon cher Maître, l'expression de ma sincère et respectueuse gratitude.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
PHYSIOLOGIQUE ET THÉRAPEUTIQUE
DES
RAYONS INFRA-ROUGES

INTRODUCTION

Lorsque M. le Professeur Réchou nous a confié cette étude des rayons infra-rouges, nous pensions nous borner à une mise au point thérapeutique. Mais les divergences d'opinions que nous avons rencontrées parmi les auteurs nous ont fait penser qu'il fallait aller rechercher à la base même les données physiques sur lesquelles on s'appuyait. C'est pourquoi nous avons mis en tête de ce travail un résumé de l'étude physique du rayonnement infra-rouge. Cette étude a eu surtout pour but de montrer comment il fallait choisir un générateur d'infra-rouges. Nous avons également acquis la conviction que les découvertes biologiques sur cette catégorie de radiations sont juste naissantes et qu'elles attendent pour prendre leur essor que de nouveaux appareils viennent sélectionner ces radiations.

Cette recherche physique a d'ailleurs fait de grands progrès durant ces deux dernières années et des appareils de mesure et de détection ont été mis au point.

De plus, au point de vue thérapeutique, il nous a fallu trier, parmi les résultats des auteurs que nous avons parcourus, ceux qui avaient le plus de signification. Nous les avons comparés aux nôtres toutes les fois que cela a été possible.

Nous n'en avons conservé que les cas réellement probants, sans vouloir faire une étude complète qui nous aurait entraîné dans des discussions qui auraient fait perdre de vue le but que nous nous sommes proposé : montrer les cas où l'efficacité de ce moyen thérapeutique est réelle et élaguer ceux où elle est tout à fait contestable.

C'est pourquoi nous avons suivi quelques malades que nous avons traités dans le service de M. le Professeur Réchou (Centre de lutte contre le cancer). Section actinothérapie au moyen de la lampe Sollux d'abord, puis de celle que nous avons conçue et réalisée en collaboration avec le monteur électricien attaché au laboratoire du Centre.

Nous espérons que cette étude mettra en relief la valeur réelle de ces radiations qui, si elles ont été trop exploitées par les uns, semblent inutiles à beaucoup d'autres.

PREMIÈRE PARTIE

DONNEES FOURNIES PAR LA PHYSIQUE SUR LE RAYONNEMENT INFRA-ROUGE

CHAPITRE PREMIER

DEFINITION DE L'INFRA-ROUGE

L'infra-rouge a d'abord été défini comme la portion du spectre solaire qui s'étend en deçà du rouge et qui fut mise en évidence pour la première fois par William Herschell en 1800. Ampère a montré ensuite l'identité de nature entre le rayonnement infra-rouge et le rayonnement lumineux.

Actuellement, les mesures faites pour contrôler la théorie électro-magnétique de Maxwell placent l'infra-rouge dans l'intervalle compris entre le rouge du spectre lumineux d'un côté et les ondes hertziennes les plus courtes de l'autre.

Le tableau suivant montre sa place dans l'échelle des radiations :

Rayons V du radium	0 ^A ,072
Rayons X	0 ^A , 104 à 500 ^A
Ultra-violet	202 ^A à 3900 ^A
Rayons lumineux	3900 ^A à 7900 ^A (0 ^μ 79)
Rayons infra-rouges	0 ^μ 79 à 343 ^μ
Ondes hertziennes	125 ^μ à 30 kilomètres

Mais tandis que la limite supérieure de l'infra-rouge est fixée à 0^μ79, qui est en même temps la limite inférieure du spectre visible, du côté de la limite inférieure, nous manquons de repère.

Il n'y a pas, en effet, de propriété qui puisse diviser sur

une longueur d'onde fixe l'infra-rouge extrême des ondes hertziennes les plus courtes.

Une particularité cependant les distingue: les ondes hertziennes de par leur émission sont polarisées selon un seul plan, tandis que les radiations infra-rouges sont obtenues non polarisées.

A part cela, le domaine des ondes hertziennes empiète actuellement de plus en plus sur l'infra-rouge.

En effet, jusqu'à 1897, un « trou » important existait entre le domaine de l'infra-rouge qui allait vers 100μ et celui des ondes hertziennes qui s'arrêtait à 6 mm.

En 1897, Rubens et Nichols, grâce à la découverte des rayons restants (qui repose sur le fait que certains corps sont doués de la réflexion sélective pour certaines longueurs d'onde d'infra-rouge), isolent des faisceaux de rayons infra-rouges de longueur d'onde croissante.

En 1910, Rubens et Von Bayer isolent, dans le spectre de la lampe en quartz à vapeur de mercure, la longueur d'onde 313μ , et, en 1913, dans le spectre de l'arc à vapeur de mercure, 343μ .

D'autre part, en 1923, Nichols et Tear arrivent à produire des ondes hertziennes de 220μ .

Ils utilisent comme dispositif émetteur un petit doublet de Hertz en tungstène, comme récepteur le radiomètre de Nicholls; la mesure de la longueur d'onde est faite en utilisant comme système diffractant un échelon réfléchissant.

En 1924, Glagolewa et Arkadiewa produisent des ondes de 125μ en se servant de minuscules oscillateurs de Hertz constitués par des parcelles de limailles métalliques en suspension dans de l'huile et en faisant éclater des étincelles de proche en proche entre ces grains de limaille.

En étudiant la radiation émise par l'interféromètre de Boltzmann, ils isolent la longueur d'onde : 125μ .

Ce qui distingue donc actuellement l'infra-rouge des ondes hertziennes c'est essentiellement le dispositif employé pour produire les uns ou les autres. Mais on ne peut pas considérer cette distinction comme une limite, car les générateurs

peuvent être poussés encore plus et l'invention d'un dispositif nouveau peut amener un appareil qui produise en abondance des radiations entre, par exemple, 100μ et 500μ , ainsi que les radiations au delà de 100μ et en deçà de 500μ . Dans ces conditions, il n'y aurait aucune limite entre l'infra-rouge et le domaine hertzien. Actuellement, le seul procédé connu pour produire l'infra-rouge est l'émission de ce rayonnement par un corps porté à une certaine température.

Cette émission a été étudiée avec précision par les physiciens et nous verrons plus loin à quels résultats elle a abouti.

Elle a permis de produire les radiations comprises entre 343μ et $0\mu 1$ qui est l'ultra-violet extrême ou ultra-violet de Lyman, limite poussée par Millikan à $0\mu 202$.

Ce domaine a été divisé en trois parties par la présence du spectre visible entre $0\mu 79$ et $0\mu 39$. Cette bande se définit par la propriété d'impressionner l'œil humain :

Au delà de $0\mu 39$, l'ultra-violet;

En deçà de $0\mu 79$, l'infra-rouge.

Le spectre visible est très peu étendu, il embrasse une octave de fréquences :

$$\frac{0,79}{0,39} = \text{sensiblement } 2$$

(log. 2 = 1).

Tandis que l'ultra-violet donne :

$$\frac{\lambda_{max.}}{\lambda_{min.}} = \frac{3,900}{1,000} = \text{sensiblement } 4 \text{ ou } 2^2$$

(log. 4 = 2).

c'est-à-dire 2 octaves,

et l'infra-rouge :

$$\frac{\lambda_{max.}}{\lambda_{min.}} = \frac{343}{0,79} = \frac{343}{0,8} = 428$$

log. 428 = 12

ce qui fait 12 octaves.

Si l'on trouvait dans l'infra-rouge des propriétés particulières à certaines bandes, on pourrait le diviser à son tour. Mais jusqu'ici on se contente de considérer :

- 1° l'I.R. proche, de $0\mu 79$ à 3μ ;
- 2° l'I.R. moyen, de 3μ à 30μ ;

3° l'I.-R. lointain, de 30μ à 100μ ;

4° l'I.-R. extrême, de 100μ à 343μ .

Classification tout à fait conventionnelle.

On peut cependant l'expliquer :

L'infra-rouge proche traverse l'eau;

L'infra-rouge moyen est produit par tous les corps chauds en abondance;

L'infra-rouge lointain s'observe dans le spectre de flammes très chaudes; l'air en absorbe beaucoup;

L'infra-rouge extrême ne traverse pas l'air, on n'a pu l'isoler et le mesurer que dans le vide. Cette classification approximative nous permettra de nous reconnaître dans cette immense gamme de radiations.

NOTA. — On a l'habitude de classer les radiations d'après leur longueur d'onde. Il nous semble qu'il serait plus utile de les classer plutôt selon le rapport des longueurs d'onde que selon les différences de longueur d'onde.

C'est ainsi que l'on fait en acoustique où l'on considère non pas les différences de fréquence, mais les rapports de fréquence — l'oreille, n'est, en effet, sensible qu'à des rapports de fréquence.

Voici un autre exemple plus frappant :

1° L'œil a une acuité : 0 pour le violet extrême et le rouge extrême :

$$\lambda_v = 0^{\mu},39 \quad \text{et} \quad \lambda_R = 0^{\mu},79.$$

son acuité est maximum pour le vert de $\lambda = 0^{\mu},555$.

0,555 n'est pas équidistant de 0,39 et 0,79, mais si nous faisons les rapports

$$\frac{0,39}{0,555} \quad \text{et} \quad \frac{0,555}{0,79},$$

nous trouvons exactement 0,702

en effectuant les deux rapports

2° L'image du spectre solaire montre un tassement des longueurs d'ondes vers le rouge.

Il y aurait peut-être lieu de faire figurer sur les tableaux non pas les longueurs d'onde, mais leur logarithme népérien.

CHAPITRE II

PROPRIETES DES RAYONS INFRA-ROUGES

Les rayons infra-rouges ont toutes les propriétés communes aux radiations, et leur propagation, leur réflexion, leur réfraction, leur polarisation, l'interférence ont été étudiées par les physiciens.

Certains corps sont transparents à l'infra-rouge, d'autres l'arrêtent plus ou moins, selon la bande de longueur d'onde considérée.

Mais il y a une propriété considérée comme capitale et qui, d'ailleurs, a été la base de toutes les mesures faites sur eux.

C'est la facilité avec laquelle ils se transforment en chaleur, à tel point qu'on les a appelés *rayons calorifiques* ou *chaleur radiante*.

Or, cette propriété n'est pas l'apanage des rayons infra-rouges.

Elle est commune à toutes les radiations. L'expérience a prouvé que la transformation en chaleur était une dégradation de l'énergie portée par la radiation. Les radiations peuvent transformer leur énergie selon d'autres processus. On connaît la transformation en énergie électrique, libération d'ions; on connaît les effets de synthèse chimique qui modifient le potentiel chimique d'un ensemble de corps.

On connaît les effets biologiques dont certains se ramènent à des synthèses chimiques : assimilation chlorophyllienne, d'autres à des modifications physico-chimiques (coagulation, floculation).

La plupart des radiations possèdent ces propriétés à des degrés très variables et certaines bandes manifestent plus particulièrement l'une ou l'autre. Ainsi donc, les phénomènes calorifiques se font sentir aussi bien dans le spectre visible et dans l'ultra-violet que dans l'infra-rouge, et ils peuvent être mis en évidence par des détecteurs thermo-électriques.

Mais pourquoi les rayons infra-rouges se dégradent-ils si facilement en chaleur?

Nous proposons l'explication suivante, qui est déduite de l'analyse de l'étude des phénomènes du corps noir :

La température ambiante conditionne la transformation d'une certaine bande de radiations en chaleur.

En effet, à la température ordinaire, le corps noir absorbe des radiations et en émet également.

Mais il n'en émet pas autant qu'il en reçoit; en effet, il s'échauffe et sa température s'élève jusqu'à ce qu'il y ait égalité entre la puissance absorbée et la puissance rayonnée; on atteint ainsi la *température d'équilibre*.

Considérons maintenant le cas des corps à absorption sélective.

Certains corps réfléchissent toutes les radiations, sauf une certaine bande qu'ils absorbent et qu'ils peuvent émettre aussi par conséquent; sur cette bande de longueurs d'ondes, ils se comportent comme le corps noir.

Or, la loi de Wien nous donne la relation entre la longueur d'onde où se produit l'émission maximum d'un corps (λ_m) et sa température absolue.

C'est :

$$\lambda_m T = \text{constante} = 2900$$

λ étant exprimé en μ .

T en degrés absolus.

Il faudra donc que le corps prenne une température correspondante à T pour atteindre sa température d'équilibre.

En effet, voici ce que nous trouvons dans le livre de physique générale d'Ollivier :

« Les métaux réfléchissent parfaitement l'infra-rouge moyen et extrême, et beaucoup moins les radiations plus courtes

» Le pouvoir absorbant est très notable pour les radiations solaires.

» Comme pour les grandes longueurs d'onde, le pouvoir absorbant du métal est nul; le pouvoir émissif est nul lui aussi.

» De telle sorte que dans la région spectrale, où le corps noir émet le plus aux températures considérées, le métal n'émet rien. La température qu'il prend est donc bien supérieure à celle du corps noir. »

Voici un tableau des températures d'équilibre des corps à absorption sélective dû à Fabry. (Le corps sélectif idéal est soumis aux seuls rayons solaires.

λm	Θ d'équilibre
$0^{\mu}4$	— 1980°
$0^{\mu}5$	— 1700°
1μ	— 1000°
2μ	— 550°
5μ	— 250°
10μ	— 130°

Il nous montre qu'à 130° la longueur d'onde de l'émission maximum d'un corps est 10μ , c'est-à-dire dans l'infra-rouge moyen.

Donc aussi la longueur d'onde pour laquelle l'absorption sera maximum.

A 1980° , c'est $0^{\mu}4$ qui devient la longueur d'onde favorisée, c'est-à-dire le violet du spectre.

Si donc un corps noir est à 130° et au-dessous, les radiations jusqu'à 10μ de l'infra-rouge seront celles qu'il transformera en chaleur.

Si ce corps est à 1980° , ce seront les radiations violettes qui seront pour lui les radiations les plus calorifiques.

On voit donc que, pour les êtres vivants en particulier, l'infra-rouge moyen constituera les radiations calorifiques.

En effet, si nous mettons pour limite à la vie biologique — 10° et +120° centigrades, nous avons d'après $\lambda_m T = 2900$ (Loi de Win) (1) :

$$\lambda_m \text{ pour } - 10^\circ = \frac{2900}{- 10 + 273} = \frac{2900}{263} = 11\mu \text{ environ.}$$

$$\lambda_m \text{ pour } + 120^\circ = \frac{2900}{120 + 273} = \frac{2900}{393} = 7\mu \text{ environ.}$$

Pour l'être humain, qui vit à 37° centigrades :

$$\lambda_m \text{ pour } 37^\circ = \frac{290}{37 + 273} = \frac{2900}{310} = 9\mu,32.$$

Les radiations de 9 μ nous paraissent donc comme les plus calorifiques; en deçà et au delà, les radiations nous semblent de moins en moins capables de développer de la chaleur.

Tout nous porte à croire, d'ailleurs, que les radiations infra-rouges ne se transforment pas intégralement en chaleur, c'est-à-dire ne se bornent pas à élever la température des corps qu'elles baignent.

La plus grande partie est transformée en chaleur, mais il en reste certainement une partie, si petite soit-elle, qui peut se transformer en énergies autres.

Par exemple : transformation en énergie photochimique.

En sensibilisant des plaques photographiques par la cyanine, elles deviennent impressionnables par l'infra-rouge.

Energie photo-électrique :

En faisant tomber un faisceau d'infra-rouges sur du sulfure de thallium, on rend cette substance conductrice pour le courant électrique. (Propriété utilisée dans la cellule Fournier pour détecter les infra-rouges.)

Mais il apparaît comme évident que cette grande partie transformée en chaleur ne participe pas à la transformation dans les autres énergies.

(1) Nous pouvons appliquer la loi de Wien, qui est celle du corps noir idéal, mais qui nous donne des résultats suffisamment approchés.

Si, par exemple, 90 p. 100 se transforment en chaleur, les 10 p. 100 restant vont se répartir entre les autres transformations jusqu'à épuisement de la radiation.

Si donc nous cherchons des propriétés autres que la chaleur, nous aurons intérêt à nous adresser aux radiations qui développent le moins de chaleur.

CHAPITRE III

TRANSPARENCE DES DIVERSES SUBSTANCES POUR LES RAYONS INFRA-ROUGES

L'AIR. — Très transparent pour le proche infra-rouge, devient très opaque à partir de 80μ .

L'infra-rouge extrême est donc éliminé par l'air.

L'EAU. — Jusqu'à 4μ $\frac{3}{4}$, très transparente.

De 4μ $\frac{3}{4}$ à 2μ , beaucoup moins.

Aux environs de 2μ , un peu plus transparente.

A $3^{\text{e}}02$, bande d'absorption.

A $3^{\text{e}}93$, elle laisse mieux passer l'I.-R., mais à partir de 4μ son opacité croît progressivement.

Elle est très opaque dans l'infra-rouge moyen, mais dans l'infra-rouge extrême elle recommence à devenir transparente.

L'eau contenant du chlorure de sodium devient encore plus absorbante.

Ainsi 10 cm. d'eau de mer équivalent, au point de vue absorption, à 2 m. d'eau distillée.

L'eau contenant de l'acétate de cuivre est douée d'un pouvoir d'absorption considérable.

VERRE. — La transparence du verre dans l'infra-rouge va jusqu'à 4μ sous une épaisseur de 1 cm. Voici, d'ailleurs, des résultats fournis par M. Fr. Liana (1).

(1) Notons en passant que l'air présente deux grandes bandes d'absorption pour les radiations : l'une, qui va de l'infra-rouge de 80μ jusqu'à une certaine région des ondes hertziennes courtes, mal définie; l'autre va de l'ultra-violet extrême jusqu'aux rayons X mous (12 Å). Il redevient transparent pour les ondes hertziennes et pour les rayons X. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1925, t. 180, p. 57.

« On a étudié 18 lames de flint et de crown de la verrerie scientifique Parra-Mantois.

» Tous les verres sont pratiquement opaques sous une épaisseur de 13 mm. aux radiations supérieures à $3^{\mu}2$.

» Le meilleur est le flint D. 262 : sous une épaisseur de 13 mm. 6, il transmet environ 90 p. 100 des radiations inférieures à $2^{\mu}14$, la fraction de lumière transmise décroît lentement jusqu'à $2^{\mu}75$, où elle est de 74 p. 100, puis plus rapidement jusqu'à $3^{\mu}19$, où l'absorption est complète.

Le quartz est transparent jusqu'à 10μ ;

La fluorine jusqu'à 11μ ;

Le sel gemme jusqu'à 20μ ;

La sylvine jusqu'à 24μ .

Raies d'absorption du quartz. — Au voisinage d'une raie d'absorption, l'indice passe de $-\infty$ à $+\infty$. Le quartz présente pour le rayon ordinaire des bandes d'absorption pour

$$\lambda_1 = 0^{\mu}103; \lambda_2 = 8^{\mu}50;$$

$$\lambda_3 = 9^{\mu}02; \lambda_4 = 20^{\mu}75$$

En effet, vers $8^{\mu}50$, le quartz devient opaque à cette radiation puis très transparent après 9μ .

Il redevient opaque pour $20^{\mu}75$, pour passer brusquement à un indice très grand, puis il redevient moins transparent avec un indice normal de 2,12, égal à son pouvoir inducteur spécifique.

Le quartz est, en effet, très transparent pour les grandes λ .

Il en va de même pour le sel gemme, la fluorine, l'eau pure. le verre, le mica, l'ébonite, le carton noir.

L'air, par contre, ne devient opaque qu'à la limite extrême de l'infra-rouge. Nous savons, d'autre part, qu'il redevient transparent pour les ondes hertziennes.

CHAPITRE IV

TRANSPARENCE DE LA PEAU AU RAYONNEMENT INFRA-ROUGE

Le corps humain présente la même opacité que les matériaux chimiques dont il est composé. Telle est l'idée qui s'impose *a priori*, mais il faut également considérer qu'il peut absorber certaines bandes de radiations, qu'il utilise à des fins déterminées biologiques.

Par exemple, l'absorption des U.-V. par la peau est considérable.

Dans le règne végétal, l'absorption du vert par la chlorophylle.

Pour ce qui est de l'absorption de la peau, voici ce que l'expérimentation nous fournit (1).

L'eau salée étant un des constituants les plus importants de la cellule, les rayons au delà de 5μ sont entièrement absorbés.

D'autre part, le sang absorbe en partie les radiations qui s'étendent de l'orangé à l'ultra-violet.

La mélanine et l'hémoglobine présentent des maximums d'absorption dans le jaune.

L'expérimentation directe, faite en utilisant comme détecteur une pile thermo-électrique, a montré qu'à partir de $4\mu 5$ la peau absorbait les rayons I.-R.

Il reste donc les radiations qui vont du rouge jusqu'à $4\mu 5$. Elles traversent la peau, comme l'expérience faite avec des

(1) D'après E. et H. Biancani, *Lumière et rayons infra-rouges*, p. 53.

plaques photographiques sensibilisées à ces longueurs d'onde l'a montré.

Si donc nous voulons des rayons I.-R. qui pénètrent dans les tissus, nous nous adresserons à la bande comprise entre 0^m6 et 1^m5, c'est-à-dire le rouge et le proche infra-rouge.

L'infra-rouge moyen étant éliminé comme étant un agent purement calorifique, il reste l'infra-rouge extrême. Nous n'avons pas de précisions sur sa transmission, car nous n'avons pas de source produisant en quantité suffisante des I.-R. extrêmes.

Nous nous bornérons à supposer que ces radiations doivent devenir de plus en plus pénétrantes à mesure que croît la longueur d'onde.

Nous sommes admis à le considérer ainsi, car nous savons que les radiations hertziennes traversent le corps humain.

D'ores et déjà, nous nous trouvons donc orienté, au point de vue étude biologique, vers trois bandes de ce rayonnement.

- 1° L'infra-rouge moyen : agent de calorification produit facilement;
 - 2° L'infra-rouge proche avec le rouge, qu'on peut également produire facilement et qui est pénétrant;
 - 3° L'infra-rouge extrême, pénétrant, mais produit en trop petites quantités pour être utilisé pratiquement.
-

CHAPITRE V

PRODUCTION DES RAYONS I.-R.

Ce chapitre qu'on se serait attendu à trouver en tête de ce mémoire a été réservé pour maintenant, car son étude suppose la connaissance de toutes les propriétés physiques précédemment énumérées.

Actuellement, nous ne connaissons qu'un seul moyen de produire des rayons infra-rouges, c'est par l'émission des corps chauffés. Nous allons donc revoir les lois qui régissent cette émission.

1° Tout corps porté à une température supérieure au 0 absolu (-273°) est le siège d'une émission vibratoire; il rayonne sous cette forme de l'énergie.

C'est le rayonnement de température.

Pour étudier ce rayonnement on a fait appel à un corps qui renvoie sous forme de rayonnement toute l'énergie qu'il reçoit. corps opaque dont la surface ne diffuserait ni ne réfléchirait aucun rayonnement. On l'appelle *corps noir*. Ce corps noir théorique peut être réalisé par une cavité creuse, percée d'un seul petit orifice par où peut passer le rayonnement absorbé ou le rayonnement émis (dispositif de Wien et Lummer), et voici les résultats de l'étude du corps noir :

LOI DE KIECHHOFF. — Dans le cas du rayonnement purement calorifique, pour chaque radiation simple de longueur d'onde λ , le quotient du pouvoir émissif (e) par le pouvoir absorbant (a) est constant pour tous les corps à une même température T :

$$\frac{e}{a} = f(T, \lambda)$$

pour le corps noir $a=1$ donc

le rapport $\frac{e}{a}$ est donc égal à l'émission du corps noir dans

les mêmes conditions; on en tire :

1° Le corps noir a la plus grande émission;

2° Si $a=0$ la formule n'est vraie que si $e=0$; c'est le cas d'un miroir parfait ou d'une substance parfaitement transparente (Cas idéal);

3° Si à une température T on a pour une longueur d'onde λ $e_0=0$ pour l'émission du corps noir, e sera nul pour tous les autres corps. Ainsi, à la température ordinaire, le corps noir émet des I.-R. et pas de radiations visibles — aucun autre corps n'émettra de radiations visibles.

Influence du milieu. — Ces données supposent que le milieu est le vide. Si le milieu est transparent d'indice absolu n (pour une radiation λ), le pouvoir émissif du corps noir e_0 devient $e \times n^2$.

LOI DE STEFAN. — Le rayonnement total du corps noir est proportionnel à la quatrième puissance de la température absolue T

$$E = K \cdot T^4 \quad K = 5,296 \times 10^5 \frac{\text{ergs}}{\text{cm}^2 \text{seconde}}.$$

LOIS DE WIEN. — Si l'on analyse le spectre de l'émission du corps noir au moyen d'un bolomètre, on trouve pour chaque λ une énergie différente. On obtient de nouveaux résultats en faisant varier la température du corps noir.

Mais pour chaque température on a une longueur d'onde pour laquelle l'énergie est maximum.

La figure suivante donne le graphique de ces expériences : (Fig. I.)

On voit dans la figure 1 :

Que, pour toute longueur d'onde, l'émission croît avec la température.

Que la longueur d'onde pour laquelle l'énergie est maximum est d'autant plus près des courtes longueurs d'ondes que la température augmente

Le produit $\lambda_{max} \times T$ absolu = Constante.

C'est la loi de Wien.

$$\lambda_{max} T = 2900 \text{ environ.}$$

L'ordonnée maximum de la courbe d'émission est proportionnelle à la cinquième puissance de la température absolue

$$e_{\max} = K \times T_5$$

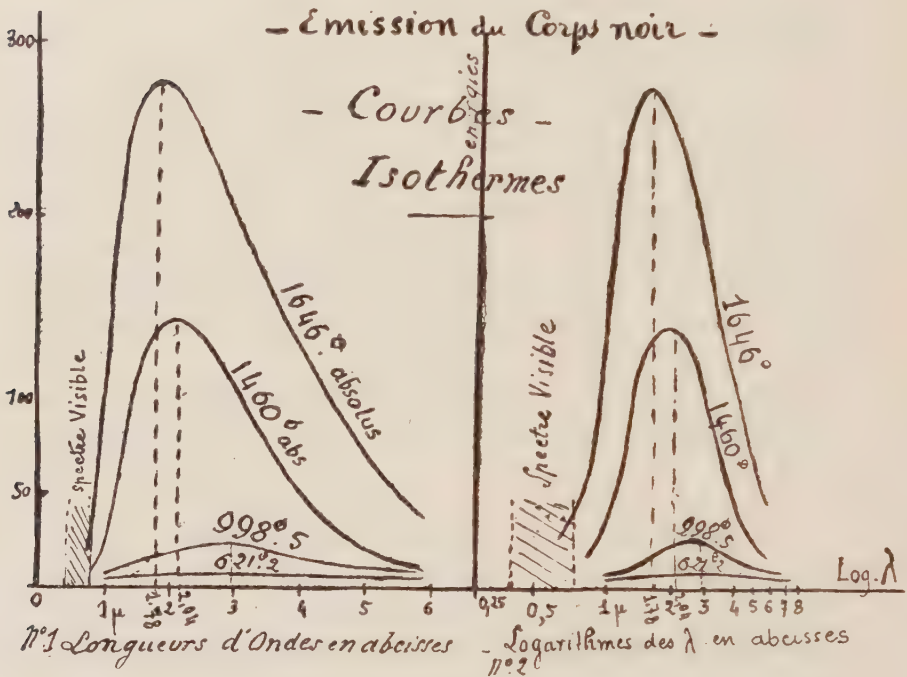


FIG. 1.

La figure 1 nous montre aussi que la courbe s'abaisse rapidement du côté des courtes longueurs d'onde. Mais si nous portons en abscisses non pas les longueurs d'ondes, mais leurs logarithmes (ce qui revient à les classer selon leurs rapports de fréquence), nous obtenons des courbes en clocher pour lesquelles la longueur d'onde d'énergie maximum se trouve au milieu très sensiblement.

RAYONNEMENT DES AUTRES CORPS. — Certains corps se rapprochent par leur émission du corps noir : noir de fumée, noir de platine, oxyde de fer, oxyde de chrome.

Le rayonnement des métaux chauffés a été étudié et les résultats sont, en résumé, indiqués par la figure suivante, comparant à une même température l'émission du corps noir et du platine.

L'émission du platine est inférieure à celle du corps noir à température égale.

L'ordonnée maximum est plus petite.

Toute la courbe se trouve à l'intérieur de celle du corps noir.

L'abscisse de l'ordonnée maximum (λ_{max}) est différente.

Dans le cas du platine : $\lambda_m \times T = 2600$ à 2300 .

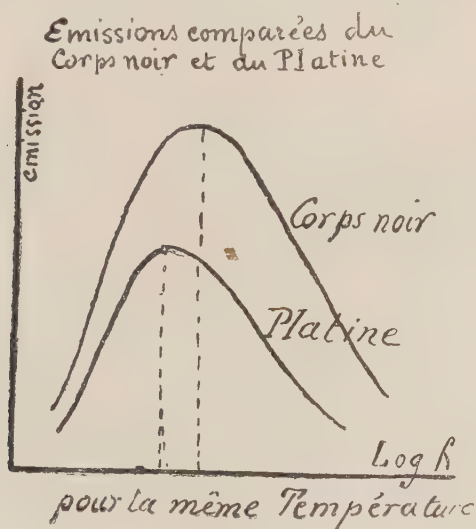


FIG. 2.

LOI DE DRAPER. — Tous les corps commencent à émettre des radiations lumineuses de même longueur d'onde à la même température :

à 400° lumière grise instable, non perçue par la fovea centralis;

450° à 500° rouge très sombre, perçu par la fovea.

Nous retenons de cette étude les données suivantes :

- 1° L'émission se fait autour d'une longueur d'onde privilégiée selon une bande;
- 2° Pour une longueur d'onde donnée, elle est d'autant plus forte que la température augmente;
- 3° A mesure que la température augmente, l'émission se déplace vers les courtes longueurs d'ondes.

CHAPITRE VI

GENERATEURS D'INFRA-ROUGE

Tous les corps chauffés sont donc des générateurs d'infra-rouge. Mais nous recherchons pour les applications thérapeutiques un générateur qui fournisse d'une manière pratiquement constante une bande de radiations.

On y arrive par deux procédés :

- 1° En n'émettant que cette bande;
- 2° En filtrant, en triant dans un rayonnement hétérogène cette bande.

D'autres considérations interviennent.

- 1° Producteur d'I.-R. seul sans rayons visibles;
- 2° Production d'I.-R. et du spectre visible;
- 3° Production d'I.-R. plus une portion du spectre visible.

Pratiquement, on emploie dans tous ces appareils une résistance électrique chauffée par le passage du courant selon la loi de Joule :

$$\varphi = KRI^2t \text{ calories.}$$

On se sert de métaux pouvant supporter sans fondre une grosse élévation de température : nickel, chrome, tungstène, ou de filaments de charbon.

A partir d'une température variant selon les corps entre 1.000° et 2.000° l'oxydation détruirait rapidement le fil. On le place donc dans le vide (lampe électrique à incandescence).

Parmi les appareils fournissant de l'infra-rouge seul nous signalons le générateur de A. Walter constitué par des résis-

tances électriques noyées dans une substance isolante qui sert de corps noir émetteur; le passage du courant dans les résistances l'échauffe progressivement jusqu'à une température d'équilibre.

Puisqu'il n'y a aucun rayonnement visible sa température ne dépasse pas 400° (loi de Draper).

Supposons 330°.

Nous savons que :

$$\lambda_{max.} = \frac{2900}{T} = \frac{2900}{330 + 273} = \frac{2900}{623} = 4\mu.$$

Ce calcul très approximatif nous montre que l'émission se fait autour de 4 μ .

Parmi les appareils fournissant I.-R. et lumière blanche, citons les lampes au carbone qui fournissent beaucoup d'I.-R.

Nous avons étudié au Centre du cancer la lampe Sollux dont l'émetteur est un filament de tungstène porté au blanc éblouissant 2.000° à 3.000° constituant une lampe de 2.000 bougies.

Cette lampe donne également quelques rayons ultra-violets. Son spectre est analogue à celui du soleil, moins étendu cependant dans l'ultra-violet.

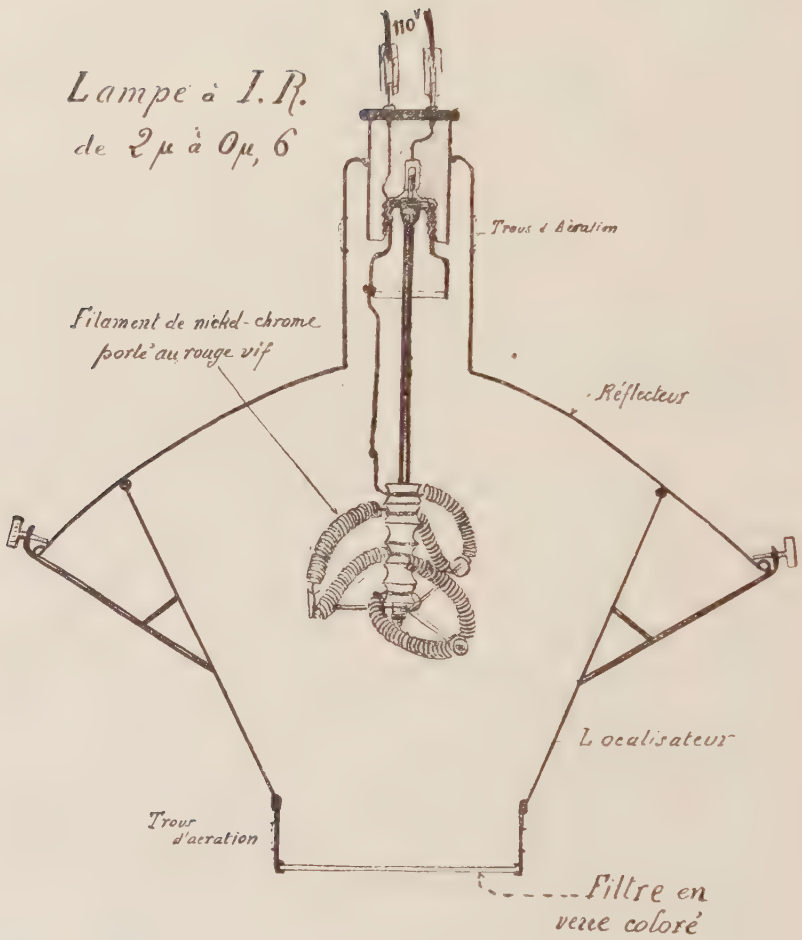
Cette lampe peut être utilisée soit pour la lumière brute fournie soit en interposant des filtres: bleu pour lumière bleue et rouge pour lumière rouge et infra-rouge. Le rendement de lumière ainsi filtrée est faible. Elle a l'avantage d'être pourvue d'un réflecteur localisateur qui donne un champ de 48 cm. de diamètre environ; une rallonge tronconique comme le localisateur et continuant sa pente donne un localisateur plus petit, de 7 cm. environ de diamètre.

Elle peut être placée dans toutes les directions, grâce à un support à deux étrières.

Le faisceau fourni est concentré dans un champ assez réduit, ce qui nous semble indispensable pour un appareil à infra-rouges.

Cependant, cette lampe fournit un spectre trop étendu pour l'étude de l'infra-rouge. Nous avons cherché à obtenir un gé-

*Lampe à I.R.
de 2μ à $0\mu,6$*



Région à irradier.

nérateur qui nous donne surtout les rayons de 2μ à $0\mu6$ qui, comme nous l'avons vu, pénètrent dans la peau.

Nous nous sommes arrêté à la solution suivante :

1° Pour éliminer les longueurs d'onde au-dessus de $0\mu6$ ne pas les produire; cela revient à diminuer la température du filament pour le porter à l'orangé rouge seulement.

2° Les grandes longueurs d'ondes au-dessous de 2μ qui sont produites en abondance seront arrêtées par un filtre en verre coloré qui arrête l'I.-R. moyen.

Intercaler une résistance pour diminuer la température du filament est d'un rendement déplorable car elle dissipe la moitié de l'énergie, de plus l'intensité baisse et l'émission aussi.

Nous avons donc constitué un filament comme suit :

Fil d'acier au nickel-chrome de grande résistivité de 0 mm. 8.

Longueur 5 m. enroulé en boudin à spires de 8 mm. environ.

La résistance totale est de $3\omega \times 5 = 15\omega$.

Intensité, 8 ampères sous 120 volts (1).

Ce filament, constitué par un fil gros, offre une grande résistance mécanique, même au rouge il se déforme peu.

Pour concentrer le rayonnement au centre de l'appareil projecteur nous lui avons donné la forme que montre la figure ci-contre. Les supports isolants sont réduits en 6 sections émettrices. Nous évitons ainsi les supports d'amiante ou autres matières réfractaires qui absorbent une grosse quantité de chaleur et sont le siège d'un rayonnement de grande longueur d'onde.

Notre but est atteint puisque nous avons réussi à grouper dans un espace restreint (volume d'une sphère de 3 cm. de rayon) ce fil de 5 m. avec le minimum de supports absorbants.

Ce filament a été réalisé au laboratoire du Centre du cancer par le monteur électricien, M. Chose et il répond bien à nos desiderata.

(1) 8 ampères comme la lampe Sollux de 1.000 watts.

Comme projecteur nous nous sommes servi du projecteur de la lampe Sollux. Il comporte en effet un localisateur et nous savons maintenant que l'action des I.-R. doit être locale.

Pour cela, la résistance génératrice a été montée à la manière du filament d'une lampe de 2.000 bougies sur un culot d'une semblable lampe détruite, la figure en rend compte.

Ainsi constitué, ce générateur peut être placé dans toutes les directions, sous toutes les inclinaisons.

Une résistance variable intercalée dans le pied de la lampe permet de modifier l'intensité du courant et la température du filament. On peut facilement l'amener au rouge sombre seulement.

FILTRE. — Nous nous sommes servi momentanément du filtre en verre rouge de 2 mm. d'épaisseur de la lampe Sollux. Il vaudrait mieux un verre plus épais 3 mm. au moins. Mais, tel qu'il est, il filtre l'infra-rouge à partir de 2μ et l'arrête sûrement à 3μ et 4μ .

Ce filtre s'échauffe d'ailleurs et sa surface extérieure devient à son tour le siège d'un rayonnement secondaire de grande longueur d'onde, mais, par sa faible quantité, cette émission secondaire est négligeable devant l'autre.

DEUXIÈME PARTIE

ETUDE BIOLOGIQUE ET PHYSIOLOGIQUE

I. — Pénétration des rayons infra-rouges.

Nous avons vu cette question à propos de la transparence des divers corps aux rayons infra-rouges. Nous avons montré que l'infra-rouge moyen se détruit en chaleur sur la peau, sans pénétration, et que la bande comprise entre $0\ \mu\ 6$ et $4\ \mu\ 5$ pénètre assez profondément dans la peau pour atteindre le tissu cellulaire sous-cutané.

II. — Réactions cutanées.

Lorsqu'on projette des rayons infra-rouges sur la peau, on constate au bout de peu de temps, deux à quatre minutes environ, un érythème d'un rouge absolument uniforme, sans aucune marbrure; d'abord léger voile rose, cet érythème devient rapidement d'un rouge vif. A la pression du doigt, il s'efface pour reparaître aussitôt après.

Cette rougeur dure après la séance d'irradiation vingt minutes à deux heures selon les sujets et selon l'intensité de l'irradiation.

En tout cas, c'est toujours une réaction constante, mais fugace.

La température superficielle de la peau augmente. Dans toutes les mesures que nous avons faites, nous avons constaté une élévation de température de 4, 5, 6 degrés.

Par exemple : départ à 34° sur la peau.

Au bout de :

- 5 minutes, 36° ;
- 10 minutes, 37° ;
- 15 minutes, 38° ,

lorsque l'irradiation est faite de près, nous l'avons vue monter à 40° et 41° sans que le sujet se plaigne.

Les expériences de Sonne, au moyen d'une aiguille thermo-électrique piquée sous la peau, ont montré que le derme participait à cette élévation de température; la température sous-cutanée peut monter jusqu'à 41°.

Cette expérience a également contrôlé le pouvoir pénétrant des rayons rouges et I.-R. proches, qui donnent les plus grosses élévations de la température sous-cutanée.

En même temps, la température rectale monte de 0,3 à 0,4 et se maintient. Jamais, dans les irradiations locales que nous avons pratiquées, nous ne l'avons vue monter au-dessus de 37°5.

Elle commence à diminuer de cinq à dix minutes après la fin de l'irradiation.

Tells sont les réactions pendant les irradiations d'infra-rouge thérapeutique. On n'observe pas de brûlures, car le malade accuse la sensation d'excès de chaleur bien avant qu'elles ne risquent de se produire.

Il faut des accidents pour qu'un sujet se trouve brusquement en face d'un rayonnement trop intense. Il y a alors brûlure du premier degré si l'irradiation est localisée.

Il y a syncope, coup de chaleur dans le cas d'irradiation générale brusquée.

Ces cas sont très rares.

Stéphane Leduc a rangé parmi les brûlures dues aux infra-rouges les engelures. Ce sont des brûlures du premier degré; elles s'observent chez les frileux qui se chauffent les pieds et les mains devant un foyer générateur d'infra-rouge.

Ceci n'est pas suffisant; ces mêmes malades sont toujours des lymphatiques à circulation lente, à tissu cellulaire œdématié. Peut-être y a-t-il chez eux une sensibilisation particulière aux radiations infra-rouges. Toujours est-il que dans des cas d'engelures les rayons I.-R. ont été employés pour produire l'hyperémie de ces tissus et ont donné dans plusieurs observations de très bons résultats. Il n'y a pas là contradiction. Si des I.-R. à petites doses n'arrivent pas à produire l'hyperémie de la ré-

gion irradiée (cause lymphatisme, mauvaise circulation), cette région irradiée va voir s'élever sa température et de petites lésions de brûlures vont se produire. Ces lésions mal irriguées guériront lentement. Si les I.-R. sont donnés à forte dose, ils produiront à coup sûr l'hyperémie de défense, qui pourra servir de cure thérapeutique de l'engelure.

III. — Réactions circulatoires.

Au niveau de la région irradiée, la peau rougit fortement, avons-nous vu. Cette rubéfaction est due à une hyperémie locale considérable, qui se passe dans le tissu cellulaire sous-cutané. Guillaume a étudié ces phénomènes ⁽¹⁾ et a montré qu'ils étaient dus à la vaso-dilatation des plexus veineux et artériels. Il a également mis en évidence l'accroissement des phénomènes osmotiques. Ces deux processus expliquent l'hyperémie locale, mais il semble que le second est sous la dépendance du premier. Le premier en effet, vaso-dilatation, témoigne d'une action sur le sympathique artériel. Cette action sur le sympathique s'explique par une réaction de défense locale à l'élévation de température due au rayonnement; elle consiste en la formation d'un courant sanguin de refroidissement. Grâce à cette vaso-dilatation, la transsudation plasmatique est plus grande, d'où accroissement des échanges osmotiques.

On constate pendant l'irradiation, lorsqu'elle est faite sur des extrémités, un œdème notable, mais toujours léger, qui disparaît dans la demi-heure qui suit.

Au point de vue général, les réactions circulatoires sont faibles; on constate une élévation faible du nombre de pulsations cardiaques d'une façon trop variable pour que nous puissions la rapporter ici.

IV. — Réactions oculaires.

Nous n'avons jamais remarqué d'accidents oculaires. L'œil est, il est vrai, sensible à la chaleur fournie par ces radia-

(1) A.-G. Guillaume, *De l'infra-rouge à l'ultra-violet* (Masson, édit.).

tions, et le sujet qui y est exposé ferme les paupières instinctivement si la source est trop près. Nous avons d'ailleurs toujours pris la précaution de couvrir les yeux par un bandeau de papier noir ou de carton léger, la possibilité de kératites nous ayant été signalée. Nous croyons que, dans ces cas, il s'agirait d'une sensibilité toute particulière.

V. — Réactions sanguines.

Les irradiations I.-R., prolongées pendant quelques semaines, modifient la formule sanguine.

On constate une augmentation du nombre des globules rouges de 15 à 25 p. 100. Cette augmentation, d'après Ch. Benoit, est très stable et persiste en général cinq à six semaines.

Du côté des globules blancs, Ch. Benoit cite une leucopénie très nette pouvant même être utilisée en thérapeutique.

Cette leucopénie est transitoire chez l'individu normal; elle peut être accompagnée d'une hyperleucocytose.

L'augmentation de la température du plasma sanguin est constante. C'est une fièvre aseptique modérée, et nous savons que toute fièvre augmente les échanges et les oxydations. Les produits témoins de ces oxydations vont donc se trouver en plus grande quantité.

Le plus facile à étudier est l'urée, et, en effet, on trouve une plus grande quantité d'urée dans les urines des sujets qui ont été soumis aux irradiations I.-R. pendant une à deux heures dans une journée.

Une hypotension passagère est toujours de règle. Nous avons observé des diminutions de la maxima allant de 2 à 3 et des diminutions de la minima de 1 environ.

Cette hypotension s'explique par la vaso-dilatation, qui en rend compte suffisamment.

Après l'irradiation, une très légère hypotension se manifeste, puis tout revient à la normale.

VI. — Relations des I.-R. avec la nutrition et la croissance.

Cette question a été étudiée par le physiologiste hindou Sir Jagadis Chunder Bose, qui a étudié la relation entre l'énergie des différentes radiations du spectre et la photosynthèse correspondante des végétaux.

Voici ses résultats pour la portion de spectre qui nous intéresse :

	Longueur d'onde.	Énergie.	Photosynthèse.
Infra-Rouge.....	0,85	120	0
»	0,77	144	6
Rouge.....	0,76	143	11
»	0,72	136,8	41
»	0,68	120	100
»	0,65	97	75

La photosynthèse est donc importante dans l'infra-rouge. Si, d'autre part, on irradie des haricots en germination les uns par un faisceau d'infra-rouges, les autres par un faisceau d'ultra-violets, on constate que les haricots irradiés à l'infra-rouge sont considérablement plus grands, mais ils sont mous et leurs tiges ne peuvent se tenir droites.

Les U.-V., en revanche, donnent des plantes plus courtes, croissance diminuée, par contre elles sont très rigides.

Ces expériences assignent à l'infra-rouge une valeur accélératrice de la croissance, aux ultra-violets une valeur hypertonique.

Nous allons rapprocher de ces faits un phénomène bien connu : c'est la couvaison de l'œuf des oiseaux.

On sait qu'il suffit de maintenir un œuf de poule à 37° par quelque moyen que ce soit pour que l'embryon, à l'état de vie ralentie, se développe. Les couveuses artificielles en ont fait la preuve.

Dans le fait de maintenir une température constante de 37°, il y a implicitement émission d'infra-rouge, le corps à 37°

absorbant, comme nous avons vu dans la première partie, les radiations de $10\ \mu$ et les longueurs d'ondes avoisinantes.

Or, dans la formation de l'embryon aux dépens du jaune de l'œuf, il y a dans cette synthèse cellulaire forcément absorption d'énergie, et dans le cas présent cette énergie est empruntée aux radiations qui maintiennent l'œuf à 37° , donc à l'infra-rouge.

Remarquons la spécificité de la température, qui ne peut varier sans entraîner des troubles de développement, sinon l'arrêt.

Et pour élargir le cadre de ce chapitre, nous nous reportons maintenant aux communications de Jules Regnault sur « les ondes hertziennes et les radiations des plantes » ⁽¹⁾, qui a résumé les expériences relatives à cette portion du spectre qui n'est, somme toute, que le prolongement de l'infra-rouge.

Certaines radiations de l'ordre de $\lambda = 2\text{ m.}$ font régresser les cancers de certaines plantes. Des expériences minutieuses ont mis en évidence l'émission par ces plantes d'une onde de longueur définie de l'ordre de 1 à 2 m., et c'est cette longueur d'onde seule qui est capable d'avoir une action thérapeutique sur les tumeurs de ces plantes : c'est la longueur d'onde de résonnance.

Y aurait-il, dans le phénomène de la couvaison de l'œuf, une semblable spécificité de longueur d'onde ?

La question est difficile à trancher, mais nous penchons pour l'admettre.

(1) In *Revue de pathologie comparée*, n^{os} 332-333-334-335.

TROISIÈME PARTIE

THERAPEUTIQUE

Nous allons maintenant passer en revue les indications thérapeutiques qui ont été données pour les rayons I.-R. et nous donnerons un compte rendu des observations que nous avons faites sur des malades traités aux I.-R. au Centre du cancer dans le service de M. le Professeur Réchou.

Nous avons employé deux sources.

D'abord, la lampe Sollux de 4.000 watts avec écran en verre rouge.

Ensuite, avec le même projecteur, le filament de nickel-chrome au rouge orange que nous avons décrit dans la première partie.

A intensité égale de courant, la quantité d'I.-R. fournie par notre second appareil est plus importante que celle de la lampe Sollux, elle nous permet de n'utiliser que la bande $2\ \mu$ à $0\ \mu\ 6$.

En second lieu, nos irradiations sont toujours localisées; nous sommes d'ailleurs en accord avec tous les auteurs de publications sur l'I.-R. Si les irradiations par U.-V. ont avantage à être faites en bains généraux, les I.-R. devront être réservés à des actions locales. Une irradiation générale pourrait produire le coup de chaleur et, si l'on veut rechercher des effets généraux, l'irradiation locale les donnera aussi bien par l'effet de l'hyperémie qui active la circulation.

Tous les appareils à infra-rouge doivent donc être munis d'un projecteur localisateur. Celui de la lampe Sollux est par fait à ce point de vue si par contre la lampe de 2.000 bougies nous a paru dégager trop de longueur d'ondes lumineuses.

Beaucoup d'essais thérapeutiques ont été faits avec les infra-rouges se rapportant à de nombreuses affections. Dans beau-

coup de cas, on n'a pas fait la séparation entre les propriétés des diverses bandes de longueurs d'ondes et l'on confond souvent les actions réunies de l'infra-rouge et de la lumière visible.

Beaucoup de résultats ont été acquis et ces résultats sont stables, mais on a eu le tort, croyons-nous, d'exagérer le nombre des maladies curables ou améliorables par cette méthode. Il nous faut, semble-t-il, restreindre le champ des infra-rouges aux seuls états où les résultats ont été incontestablement convainquants.

Nous allons nous efforcer de classer les résultats d'après les propriétés physiologiques employées dans les divers cas.

I. — Mode d'action par hyperémie.

Nous l'utiliserons toutes les fois que nous voudrions traiter un ralentissement circulatoire ou que nous désirerons activer les échanges circulatoires dans une région déterminée.

En premier lieu viennent les œdèmes. Tous les œdèmes chroniques sont améliorés par les I.-R. Dans ce cas, les séances devront être de faible intensité (lampe à 30 ou 40 centimètres), mais très longues. Une heure sera un minimum, qui pourra être porté à deux heures consécutives ou espacées par jour. Il sera bon de faire une séance tous les jours si possible. Ce traitement sera prolongé, un mois ne sera pas trop.

Les résultats n'ont pas montré jusqu'ici la résorption rapide et à peu près complète qu'on en attendait. L'action des I.-R. est manifeste, elle améliore ces malades, mais elle n'atteint pas la cause et les œdèmes reparaissent après le traitement.

Bien meilleurs seront les résultats dans les œdèmes inflammatoires consécutifs à des lymphangites, des phlébites, des périadénites. Ces lésions ont en effet une tendance nette à la résorption, mais elle est souvent très lente. L'irradiation I.-R., en activant la circulation, amène des changements très rapides dans ces états et la résorption qu'elle amène est durable; voici d'ailleurs une de nos observations qui illustre ces cas.

OBSERVATION I.

(Service de M. le Professeur RÉCHOU.)

M^{me} D..., 50 ans.

Fistule bacillaire de la région cervicale droite.

Cette fistule suintait énormément, au point d'obliger la malade à porter un pansement. La peau avoisinante était tuméfiée, violacée et indurée.

Traitement : 20 séances d'infra-rouge.

Il a été appliqué comme suit :

10 avec la lampe Sollux;

10 avec notre lampe.

Distance : Au début, 30 cm. Après habitude, la malade supporte à 25 et 20 cm.

Champ : Cervical droit.

On fait une séance de trente minutes tous les deux jours.

Remarquons qu'ici nous avons dû faire des séances courtes à cause de la proximité de la tête.

La suppuration, au bout d'un mois, est complètement tarie; la peau environnante est redevenue rose vif et a repris la souplesse des téguments normaux.

Voici une deuxième observation, moins satisfaisante comme résultat :

OBSERVATION II.

(Service de M. le Professeur RÉCHOU.)

Adénite bacillaire cervicale gauche en pleine suppuration.

D..., 36 ans.

Traitement : 20 séances.

Appliqué comme à la précédente malade, les irradiations ont calmé les souffrances, qui étaient très vives, mais n'ont pas amené de changement dans l'état des lésions. Le malade est sorti de l'hôpital avant la fin du traitement.

Dans le même chapitre, rangeons le traitement des engelures, que nous avons discuté dans la partie II. Il doit se faire par séances graduées, en tâtant soigneusement la sensibilité

du malade. Il est indispensable d'avoir un rayonnement pénétrant.

Première séance : demi-heure à 40 cm. Le sujet ne doit pas ressentir de sensation de brûlure.

Deuxième séance : une heure à la même distance.

Ensuite on activera de plus en plus l'hyperémie en diminuant la distance. •

Cette hyperémie servira aussi à donner un coup de fouet à la cicatrisation des plaies atones et des ulcères variqueux.

Ici il faudra les manier prudemment. Le sujet accuse toujours dans ces cas-là une sensibilité très marquée; la distance sera de 30 à 40 cm. Il sera bon, d'ailleurs, de les associer aux rayons ultra-violets en mélangeant les deux groupes de radiations dans une séance.

De bons résultats ont été obtenus également dans des cas d'artérite oblitérante et de mal perforant plantaire.

Il faut prendre garde, dans ces cas-là, car la sensibilité du sujet étant diminuée, on ne pourra se fier à ses sensations thermiques pour mesurer la dose. On se tiendra à 30 cm. et on mesurera l'élévation de température de la peau avec un thermomètre sensible. Elle ne devra pas dépasser 40°.

Enfin, on a pensé à utiliser cette action d'accélération circulatoire pour hâter la consolidation des fractures.

II. — Mode d'action par hyperglobulie.

L'irradiation I.-R. amène, avons-nous vu, une augmentation des globules rouges de 15 à 25 p. 100.

Cette action se manifeste également dans les cures de lumière et elle est due aux infra-rouges solaires. Dans le cas qui nous intéresse, le traitement des anémies ne nous paraît pas devoir être assuré par l'irradiation locale d'infra-rouge. La cure de grand air et de lumière dans les pays ensoleillés, nous semble préférable par la continuité de son action, qu'il nous serait difficile de réaliser.

Cependant, dans les cas de grandes hémorragies, il sera bon

d'associer aux autres moyens thérapeutiques cette action des infra-rouges par le moyen de radiateurs électriques ou, mieux, par le bain de lumière avec des lampes à filament de carbone sous les couvertures du malade.

III. — Mode d'action leucopénique.

Ch. Benoît a pu, dans des leucémies à forme splénique, faire baisser le chiffre des globules blancs de 400 p. 100 à 75 p. 100 et obtenir la disparition de l'hypertrophie de la rate. Dans les formes ganglionnaires ou lymphadéniques, peu d'action.

La baisse des leucocytes dans les formes spléniques et la diminution de la rate ont été notables, mais jamais l'auteur n'a vu de guérison durable. Cette action est cependant importante vu la faible efficacité des autres moyens thérapeutiques.

IV. — Lyse des adhérences.

Une action très importante a été constatée dans le traitement de toutes les sortes d'adhérences séro-séreuses qui font suite aux états inflammatoires des séreuses. Cette action est difficile à expliquer, mais sa manifestation en est très nette; voici d'ailleurs une observation qui nous a convaincu à ce sujet.

OBSERVATION III.

(Service de M. le Professeur RÉCHOU.)

Adhérences tendino-synoviales des gaines des doigts de la main.

M^{me} D..., 44 ans, domestique.

Au mois d'avril 1929, à la suite d'une piqûre septique (en soignant une infection puerpérale) à la 2^e phalange de l'annulaire droit, la malade voit se développer un abcès limité du volume d'une noisette.

Incisé le 15 avril, curettage jusqu'à l'os.

Guérison et cicatrisation rapide, quinze jours.

A ce moment, raideur à peu près complète de l'annulaire et des

deux doigts avoisinants par adhérences du côté des gaines des tendons.

1° Premier traitement : Envoyée dans le service du Professeur Réchou, on lui prescrit 6 séances de radiothérapie au mois de mai.

Au mois de juin : amélioration, le petit doigt et le médius commencent à se mobiliser, l'annulaire très peu.

2° 10 séances d'ionisation iodurée au mois de juin.

3° Diathermie aussitôt après. Assouplissement des doigts, qui peuvent être à moitié fléchis.

4° Mois d'août, massages qui donnent peu de résultats.

5° La malade revient au mois d'octobre, elle a encore de la raideur des trois doigts déjà nommés, la flexion de la main n'est pas possible.

6° Séances d'infra-rouge.

Au début, demi-heure avec le petit localisateur faites de près, 4 à 5 centimètres du filtre.

Puis séances de trois quarts d'heure et une heure tous les jours avec le grand localisateur. Distance, 4 centimètres du filtre.

A la cinquième séance, on assiste à une véritable métamorphose : la main tout entière s'est assouplie, son agilité est récupérée, les trois doigts atteints arrivent à rejoindre la paume de la main. L'annulaire, quoique assoupli également, conserve une angulation au niveau de l'articulation 1^{re}-2^e phalanges.

L'articulation métacarpo-phalangienne de ce doigt, au début raide et douloureuse, s'est assouplie totalement et la douleur a complètement disparu.

La suite du traitement a confirmé ces résultats.

Comme on le voit, les résultats ont été rapides et durables, alors que diverses méthodes n'avaient apporté que des modifications faibles.

Cette lyse des adhérences sera utilisée avec succès dans les arthrites plastiques du genou, notamment les arthrites gonococciques.

De même, les cicatrices vicieuses seront toujours assouplies par une irradiation d'I.-R.

Nous en avons observé des exemples dans le traitement de fistules bacillaires.

Les chéloïdes bénéficieront de ces irradiations concurremment avec la radiumthérapie locale. Nous verrons plus loin que, dans ce cas, on évite la radiumdermite, ce qui est un avantage de plus.

V. — Effet analgésique.

On ne peut pas douter de l'effet analgésique des rayons infra-rouges. Ceci n'est pas d'ailleurs une nouveauté. L'action analgésiante de la chaleur a été employée depuis très longtemps. Les cataplasmes, les enveloppements chauds, ont toujours été utilisés dans ce sens-là.

Ce que l'irradiation I.-R. apporte de nouveau, c'est la manière pratique et simple de l'utiliser, ainsi qu'une action continue plus longue.

Il ne nous semble pas que dans ce cas il y ait une action spécifique de certaines longueurs d'onde. Nous avons obtenu d'aussi bons résultats avec l'I.-R. court qu'avec l'I.-R. de grande longueur d'onde ou qu'avec la lumière bleue tant préconisée. Cette dernière, cependant, présente la particularité de calmer la nervosité du sujet si elle est faite en applications étendues.

Pour en revenir aux infra-rouges, nous nous adresserons aussi bien à l'I.-R. pénétrant qu'à l'I.-R. non pénétrant.

L'action analgésique, en effet, se manifeste dans la peau comme les douleurs. On sait, en effet, que les douleurs ne seraient que la projection cutanée sensitive d'un état pathologique d'un organe en relation avec le même segment médullaire; le point de Mac Burney, par exemple, n'est que la projection cutanée du territoire médullaire en relation avec l'appendice, et l'insensibilisation de cette région cutanée amène la cessation des douleurs.

Les I.-R. n'auront donc pas besoin d'être pénétrants pour atteindre les cellules esthésiques de la peau. C'est pourquoi,

dans ces cas, nous pourrions employer toutes sortes de sources d'I.-R., pourvu, une fois de plus, qu'ils soient localisés, et nous allons citer à ce propos un appareil très pratique, consommant peu, et qui peut être employé par le malade. C'est le cataplasme électrique ou tissu chauffant électrique, constitué par un fil à résistance long et fin disposé en zigzags rapprochés entre deux morceaux d'étoffe de coton serrée de 25 centimètres sur 40 centimètres. Les zigzags sont isolés entre eux par des coutures qui réunissent les deux morceaux d'étoffe; la chaleur dégagée par le fil, lors du passage du courant, doit être suffisante pour porter l'appareil à 40° ou 50° sans les dépasser, car ces appareils étant appliqués sur la peau, il y aurait des risques de brûlures. Nous avons eu l'occasion d'essayer un de ces petits appareils consommant de 0,2 à 0,5 ampères selon 3 degrés de chauffe : la précaution que nous avons envisagée n'était pas réalisée, en sorte que, au 1^{er} degré, la chaleur était insuffisante et qu'aux autres degrés, où elle était forte, nous avons réussi à faire roussir le cataplasme et le drap environnant; le sujet ne se trouvait pas dessus à ce moment-là.

Nous avons alors constaté que l'appareil était constitué par du fil trop fin, ce qui faisait que la chaleur dégagée par centimètre du fil portait celui-ci à une température trop élevée.

Nous avons modifié ces données en employant du fil à résistance deux fois plus gros (comme section, pas comme diamètre) avec une longueur double. Le nombre de calories dégagées reste le même, puisque la résistance dans ces conditions ne change pas, mais le nombre de calories dégagées par centimètre de fil a diminué de moitié, les fils se trouvant plus rapprochés.

Nous avons fait ainsi établir un modèle de cataplasme d'après ces données. Il nous a donné entière satisfaction à tous points de vue; sa consommation est de 0,3 ampères et il peut rester indéfiniment sous le sujet sans aucun danger. Nous l'avons expérimenté ainsi pendant 3 heures consécutives.

Nous distinguerons dans ce chapitre les traitements des névralgies, névrites et des myalgies.

Dans le traitement des névralgies, nous nous sommes adressé à notre lampe placée à distance de 30 cm.; les irradiations sont longues, une heure à une heure et demie. Le soulagement est constant, tous les malades ainsi traités se trouvent soulagés. Une amélioration persistante s'ensuit, mais on ne peut espérer la cessation des douleurs puisqu'on n'atteint pas la cause. Voici une observation probante.

OBSERVATION IV.

(Service de M. le Professeur RÉCHOU.)

*Névralgies intercostales après cure chirurgicale d'un néoplasme
du sein gauche (Willy MEYER).*

Mme D..., 50 ans.

La malade, opérée il y a six mois par le Docteur Lacouture, a été à la suite irradiée aux rayons X pour prévenir l'essaimage.

Elle présente actuellement des douleurs névralgiques lancinantes, tant sur l'hémithorax opéré que sur l'autre. Ces douleurs causent des insomnies et troublent l'état général de la malade.

Traitement : 20 séances d'I.-R.

Champ : Thoracique antérieur de 30 cm. de diamètre.

Au début, distance tolérée 40 cm.

Temps : une demi-heure.

L'irradiation qui porte ainsi sur la région cardiaque amène une élévation de température de 0°5 à 0°6. Tachycardie de 60 à 90.

Les séances ne sont pas prolongées en conséquence au delà d'une demi-heure.

Les douleurs disparaissent presque à la première séance, ce qui permet à la malade de dormir.

A la quatrième séance, nouvelle crise douloureuse calmée par la séance suivante d'I.-R.

L'état douloureux s'améliore en même temps qu'on arrive à faire supporter des séances de trois quarts d'heure et une heure.

Comme on le voit, nous avons là un traitement efficace des névralgies qui peut soutenir la comparaison avec les anal-

gésiques médicamenteux. Il a l'avantage sur ces derniers d'être absolument inoffensif, car les doses répétées et continues d'analgésiques chimiques arrivent toujours à porter atteinte à l'estomac et à l'appétit. Il nous semble que ce mode d'analgésie devrait être employé plus souvent.

Pour les névrites, les résultats ne sont pas encourageants jusqu'ici.

Quant aux myalgies, on peut dire que l'I.-R. est le traitement de choix, car il s'attaque à la fois à la douleur et à la cause.

L'hyperémie produite en même temps favorise et même détermine l'évacuation des déchets et toxines musculaires qui entretiennent cet état.

Voici d'ailleurs plusieurs observations :

OBSERVATION V.

M. C..., 22 ans, souffre d'un lumbago, suite d'un refroidissement après fatigue sportive. Depuis trois jours, le sujet souffre malgré l'absorption d'aspirine.

Une première séance d'infra-rouges, au moyen d'un radiateur électrique dirigé sur la région lombaire (durée une heure), diminue considérablement les douleurs et lui permet de se tenir droit.

Une deuxième séance le lendemain fait disparaître tous les symptômes.

OBSERVATION VI.

M. B..., 60 ans.

Lumbago tenace à répétition depuis six mois. Les calmants médicamenteux essayés (aspirine, pyréthane) ont eu peu d'effets; les liniments calmants amènent très peu de soulagement, les massages doux et le repos atténuent les crises que la moindre fatigue ramène.

Traitement par la chaleur et infra-rouges au moyen du cataplasme électrique.

A la première séance (deux heures consécutives), soulagement tout à fait nouveau pour le malade; le traitement est continué tous les soirs au lit, et, au bout de quatre jours, reprise de la mobilité

normale et cessation des douleurs. Cet état dure longtemps et ce n'est qu'après une fatigue réelle que le sujet a ressenti de nouvelles douleurs; une application de deux heures les calme aussitôt.

OBSERVATION VII.

(Auto-observation.)

Après un lumbago, suite de fatigue d'équitation, une application de cataplasme électrique pendant deux heures nous a débarrassé de toute douleur lombaire et fessière avec récupération de la souplesse normale.

Comme on le voit par ces observations, on a là un moyen thérapeutique absolument inoffensif et très efficace. A notre avis, nous n'en connaissons pas de meilleur.

Au chapitre des myalgies, nous allons rattacher les sciatiques, car le Professeur Verger a montré que la plupart des sciatiques n'étaient pas des névrites, mais des névralgies myalgiques.

Armani ⁽¹⁾ a rapporté 16 cas de sciatiques traitées et guéries par les irradiations infra-rouges et le succès de cette thérapeutique confirme bien leur nature myalgique. Deux cas sont restés rebelles, ils étaient liés à une sacralisation de la 5^e lombaire.

Une autre application importante se trouve dans le traitement du rhumatisme chronique.

Le traitement par la chaleur a d'ailleurs toujours soulagé les rhumatisants. Le projecteur d'I.-R. permet d'appliquer la chaleur sèche à l'air libre aussi longtemps qu'on le désire. Les rayons pénétrants seront employés avec plus de succès que les autres car ils iront porter la chaleur dans l'articulation traitée.

Voici une observation à ce sujet :

(1) In *Lumière et Infra-Rouge* de E. et H. Biancani, p. 148.

OBSERVATION VIII.

(Service de M. le Professeur Réchou.)

Mlle L..., 36 ans.

Arthrite rhumatismale des deux genoux, plus particulièrement le gauche, avec myalgie du quadriceps gauche.

Séances d'I.-R. avec notre lampe. Champ, 40 cm., couvrant les deux genoux et les cuisses. Distance : 40 cm., puis 30 cm. et 20 cm.

Au bout de 8 séances, nous revoyons le malade et constatons que les craquements articulaires ont considérablement diminué, les douleurs myalgiques ont disparu, les douleurs articulaires sont très atténuées, le traitement est poursuivi.

VI. — Antagonisme des radiations.

Nous avons réservé pour la fin cette question à la fois physique, physiologique et thérapeutique, pour résumer les travaux très nombreux qui ont été faits sur cette question et qui montrent une divergence complète d'opinions.

Pour les uns, il y a antagonisme entre les I.-R. et les U.-V.

Pour d'autres, il n'y en a pas.

Pour une troisième catégorie, il y a action complémentaire.

On le voit donc, l'unité n'a pas pu se faire sur cette question.

Au point de vue physique, citons l'expérience de Becquerel, 1842 : la phosphorescence du sulfure de zinc due aux rayons U.-V. s'éteint rapidement sous l'action d'un faisceau d'infra-rouges.

L'effet Herschell : affaiblissement de l'impression de certaines plaques photographiques par l'I.-R.

L'interversion des expériences n'amène aucun résultat, mais on peut expliquer ces effets autrement que par l'antagonisme : L'extinction de la fluorescence du sulfure de zinc ne serait que l'accélération du processus normal d'extinction progressive.

On peut en dire autant de l'effet Herschell. D'autres effets encore plus contestables ont été trouvés, nous n'en parlerons pas pour arriver tout de suite aux effets biologiques.

Nous avons une source naturelle où les deux genres de radiations se mélangent, c'est le soleil. Or, il y a deux conditions où la lumière solaire donne des effets qu'on a retrouvés dans l'irradiation par les U.-V. seuls :

C'est le soleil des hautes altitudes et le soleil du bord de la mer.

Pour le soleil d'altitude, l'explication est simple; il y a augmentation de la quantité d'U.-V. par le fait que les rayons arrivant à la surface terrestre ont perdu leur ultra-violet de la manière suivante : une partie sert à former l'ozone par la combinaison $3 O = O^3$.

Ce même ozone est assez opaque aux rayons ultra-violets pour empêcher les U.-V. de plus courte longueur d'onde de nous parvenir.

Pour le soleil du bord de la mer, il n'y a pas augmentation des U.-V., mais il y a absorption par l'eau salée de l'infra-rouge. Cette élimination permettrait à l'U.-V. solaire de manifester ses effets (coup de soleil marin).

On peut, en effet, interpréter ce fait comme un antagonisme ou tout au moins comme une action empêchante ou freinatrice de la part de l'infra-rouge.

D'autres constatations ont été faites avec des sources artificielles.

La première observation est de Thedering : Malade surexposé aux U.-V., aussitôt après l'irradiation une moitié seulement du visage est exposée aux I.-R. pendant une heure. Le lendemain, cette moitié du visage était tout à fait sèche et la desquamation fut très rapide.

Ici il n'y a pas eu action concomitante. Les I.-R. ont pu, par leur action propre hyperémiant, débarrasser la peau irradiée aux U.-V. des produits formés.

Romain irradie en même temps les sujets à l'aide de :

lampe U.-V. à vapeur de mercure à 30 cm.;

lampe I.-R. Philips 1/2 watt de 3.000 bougies filtrée par le verre à la marmorite à 23 cm.; les sujets exposés vingt-cinq minutes n'ont présenté ni érythème, ni pigmentation, ni prurit, preuve d'une action empêchante des I.-R.

Toulant, par contre, cite cette expérience personnelle :

Nous avons irradié la partie antéro-interne de notre bras gauche, de l'épaule jusqu'à l'avant-bras, sur une largeur d'environ 4 cm. en veillant à ce que le bras soit bien perpendiculaire à l'axe du faisceau U.-V. (lampe à vapeur de mercure de 8 amp. à la distance de 70 cm.).

Formant un angle de 30 cm. avec le faisceau U.-V., un faisceau I.-R. irradie l'avant-bras seulement (radiateur électrique de 5 amp. à 40 cm. — Irradiation 12 minutes).

La réaction fut aussi intense dans la zone où les deux radiations se mélangeaient que dans la zone d'U.-V. seuls.

Pour notre part, nous sommes persuadé que l'action empêchante ou freinatrice des rayons I.-R. est réelle; les divergences d'opinion viennent des différences de sources; dans l'expérience de Romain, nous avons une source de 1.500 watts à 20 centimètres, dans celle de Toulant une source de 600 watts à 30 centimètres.

En irradiant en même temps des sujets placés sous les U.-V. à l'aide de la lampe à I.-R., nous avons constaté qu'on pouvait donner des doses supérieures d'U.-V. sans avoir l'érythème.

Dans un cas où l'érythème était apparu sur une malade recevant des U.-V. seuls, nous avons pu, en faisant suivre la séance d'une irradiation d'I.-R. d'une heure à la distance supportée par la malade, faire régresser l'érythème en deux jours.

En tout cas, nous estimons que l'irradiation d'I.-R. est le traitement des érythèmes dus à l'U.-V.

Il nous semble même que l'I.-R. atténue les effets érythémateux sans influencer sur les effets généraux, permettant ainsi de faire supporter sans inconvénients une dose d'U.-V. plus considérable.

On a également fait jouer un rôle aux I.-R. dans le traitement pré-

ventif et curatif des radiumdermites et radiodermites. Nous en avons deux observations.

OBSERVATION VIII.

(Service de M. le Professeur RÉCHOU.)

Mme F..., 73 ans.

Radiumdermite malléole externe du pied gauche.

Traitée par application de radium pour papillome de la région malléolaire.

Réaction : Chute du papillome, plaque de radiumdermite de la grandeur d'une pièce de 5 francs.

Elle diminue très lentement.

Irradiations à l'I.-R., la malade est très sensible à la chaleur; après 20 séances on observe une diminution très réelle, confirmée par les mesures faites avant et après. Mais on peut attribuer également cette cicatrisation au processus normal.

OBSERVATION IX.

Métastase ganglionnaire de néo de la langue.

M. L..., 55 ans.

Malade aiguillé, il y a deux mois, avec le radium, qui refuse ensuite le curage ganglionnaire.

Revient deux mois après avec une tumeur ganglionnaire cervicale.

Traitement : Radiothérapie palliative. Pour éviter une radiodermite par addition aux doses assez récentes déjà reçues, on fait suivre chaque séance de rayons X d'une irradiation d'I.-R. d'une heure.

Nous n'avons pas constaté de réaction cutanée à ce jour.

VII. — Accidents dus aux I.-R.

Le seul possible est le coup de chaleur si l'irradiation porte sur une trop grande surface de peau. On l'évitera par le localisateur.

Les brûlures ne sont pas à craindre, le malade accusera une sensation douloureuse bien avant que les rayons deviennent nocifs pour ses cellules cutanées.

CONCLUSIONS

I. — L'étude biologique des I.-R. du côté des grandes longueurs d'ondes de ce spectre n'est pas possible par suite de l'insuffisance des sources dans cette zone; les progrès des recherches physiologiques sont liés étroitement aux découvertes physiques qui seront accomplies sur ces radiations.

II. — Les radiations infra-rouges ne sont calorifiques qu'en fonction de la température ambiante, qui conditionne leur transformation en chaleur.

III. — Parmi les plus courtes longueurs d'ondes des I.-R. les radiations les plus utiles en thérapeutique sont celles comprises entre $2\ \mu$ et $0\ \mu\ 6$, qui sont pénétrantes.

IV. — Les propriétés biologiques et physiologiques connues actuellement se ramènent à :

- l'hyperémie;
- l'hyperglobulie;
- la leucopénie;
- accélération de la nutrition;
- action sélective sur la croissance.

V. — Au point de vue thérapeutique on emploiera avec succès leurs propriétés hyperémiantes dans le traitement des œdèmes, engelures, plaies atones, leurs propriétés hyperglobulisantes dans le traitement des hémorragies.

Leurs propriétés analgésiques sont très importantes et cons-

tantes : les névralgies sont améliorées, et nous insistons sur l'action de choix dans les myalgies, lombagos, rhumatismes.

VI. — L'antagonisme entre les radiations I.-R. et U.-V. existe à la condition que la source d'I.-R. soit assez puissante. C'est une action freinatrice de celle des U.-V. Elle pourra être utilisée comme palliatif des accidents cutanés des U.-V. ou pour permettre une assimilation plus élevée des rayons U.-V.

VII. — Les I.-R. ne peuvent être causes d'accidents par brûlures, car les sensations du sujet préviennent toujours à l'avance.

VU : *Le Doyen,*

C. SIGALAS.

Vu, bon à imprimer :

Le Président,

G. RECHOU.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 3 décembre 1929.

Le Recteur de l'Académie,

F. DUMAS

BIBLIOGRAPHIE

- ARMANI (L.). — Influence de quelques radiations sur l'organisme humain. *Rivista italiana di actinologia*, mars 1927.
- L'héliothérapie artificielle contre les engelures. *Raggi ultravioletti*, oct. 1925.
- BENOIT (Ch.). — Les infra-rouges en thérapeutique. *Rev. d'actinologie*, janv.-mars 1926, p. 39 à 42.
- Action thérapeutique des I.-R. en association avec les U.-V. *Revue d'actinologie*, p. 93-100, avril-juin 1926.
- BÉNARD (H.) et E. et H. BIANCANI. — Le rayonnement de température. *Revue d'actinologie*, juill.-sept. 1927, p. 231-234.
- BIANCANI (E. et H.). — Lumière et rayons infra-rouges. 1 vol., Gauthiers-Villars, édit., 1929, 160 p.
- Les états pathologiques du système lacunaire. *Revue d'actinologie*, janv.-fév. 1929, p. 58-66.
- Rayons lumineux et infra-rouges dans le traitement des plaies atones. *Revue d'actinologie*, janv.-fév. 1929, p. 77-78.
- Indications thérapeutiques des rayons lumineux et I.-R. *Revue d'actinologie*, mars-avril 1929, p. 249-251.
- Le traitement du rhumatisme par les I.-R. *Revue d'actinologie*, juill.-août 1929, p. 500 à 501.
- Les rayons I.-R. en médecine. *La Clinique*, n° 74, nov. 1926, p. 333.
- Existe-t-il un antagonisme des radiations? *Revue d'actinologie*, oct.-déc. 1928, p. 419.
- CALZAVARA (E.) et I. BERTRAND. — L'infra-rouge en cytologie. *Annales d'anatomie pathologique médico-chirurgicale*, t. IV, n° 5, mai 1927.

- CONIGLIO (C.). — Etude physique et biologique des radiations dont on se sert en médecine, *Rivista italiano di actinologia*, 1^{re} année, n° 3.
- DUFESTEL (L.-G.). — L'antagonisme des radiations et son importance en pratique actinologique. *Revue d'actinologie*, p. 93-100, avril-juin 1926.
- FOVEAU DE COURMELLES et J. RISLER. — L'infra-rouge thérapeutique et physique. Société de pathologie comparée, séance du 9 mars 1926.
- Générateur de rayons I.-R. des docteurs Laquerrière et Delherm. *Revue Gaiffé, Gallot-Pilon*, nov. 1926.
- GUILLAUME (A.-G.). — De l'infra-rouge à l'ultra-violet. Les radiations lumineuses en physiologie et thérapeutique. Masson, édit., 310 p.
- GUNZBOURG. — Infra-rouge et rhumatisme. 1 vol., Anvers.
- HALVIN et S. LAPIÈRE. — Traitement curatif et préventif de radium et radiodermites par les rayons infra-rouges. *Revue d'actinologie*, oct.-déc. 1928, p. 427.
- KAUFMANN (M.). — Résultats thérapeutiques obtenus au moyen des lampes Cemach et Sollux. *Medizin Kliniq.*, n° 35, 1923.
- LAZAREFF (P.). — De la nature de la lumière. *Physiothérapie*, n° 2, t. II, mars-avril 1928, p. 7-13.
- LOYD et A. JONES. — Filtres pour isoler des régions spectrales étroites. *Journal of the Optical Society of America*, t. XVI, 1928.
- LECONTE (Jean). — Le spectre infra-rouge. 1 vol. 468 p. Presses universitaires de France, 1928.
- LAPIÈRE. — Traitement des radiodermites aiguës par les I.-R. *Liège médical*, 14 mars 1926, n° 11.
- LOUBIER. — L'infra-rouge dans le traitement des névrites et névralgies. *Bulletin officiel de la Société française d'électrothérapie et radiologie*, n° 3, mars 1927.
- LABEAU (R.). — Rayons U.-V. et infra-rouges. *Bulletin médical de Bordeaux*, nov. 1926, p. 15 et 16.
- LAQUERRIÈRE. — Les infra-rouges dans le traitement des kératoses et de verrues. *Bulletin et Mémoires de la Société de radiologie médicale de France*, oct. 1927.

- LECUC (Stéphane). — Les engelures sont des brûlures par la chaleur rayonnante. *Presse médicale*, 19 janv. 1927, p. 91.
- MUNTER (L. DE). — Les traitements physiothérapiques du rhumatisme chronique. *Liège médical*, n° 7, 11 févr. 1928, p. 213, et n° 8, janv. 1929, p. 263.
- NIEUVENHUYSE (S. VAN). — L'utilisation des rayons I.-R. dans le traitement de l'otite moyenne aiguë. Soc. belge d'otologie, rhinologie, laryngologie, séance du 10 février 1929.
- NOBELLE (DE), DE POTTER et VAN HAELEST. — Action antagoniste des U.-V. et I.-R. sur certaines espèces microbiennes, Gand.
- REGNAULT (Jules). — Les ondes hertziennes et les radiations des plantes. *Revue de pathologie comparée*, n°s 352-353, 5-20 juill. 1928; n°s 354-355, 5-20 août 1928, p. 709 et 819.
- REVIGLIO (G.-M.). — Contribution à l'étude des modifications déterminées par les I.-R. sur l'action biologique des U.-V. *Actinotherapia*, vol. VII, n° 4, août 1928, p. 151.
- RISLER (J.) et P. MONDAIN. — Sur la limite de l'action antagoniste du spectre et l'application des radiations de grande longueur d'onde au traitement des radiodermes et néoplasmes. Académie des sciences, 23 mars 1925.
- SMIRNOFF (J.-P.). — Applications de la chaleur sèche du poêle russe à des buts thérapeutiques. *Physiothérapie*, n° 2, mars-avril 1928, p. 139-198.
- STURSBURG (H.). — Méningite aiguë par insolation. *Munch. Medizin Wochenschrift*, t. LXXVI, n° 8, févr. 1929.
- SVEND-LOMHOLT. — La pénétration des rayons R. et I.-R. dans la peau.
- SAIDMAN et COHEN. — Les très courtes longueurs d'ondes hertziennes en thérapeutique, Paris.
- TARCHINI (P.). — Traitement des névralgies consécutives au zona par la photochromothérapie. *Raggi ultra-violetti*, juin 1923.
- VAURABOURG (M.). — Le rayonnement I.-R. Son absorption par différents milieux. *Bulletins et mémoires de la Société de radiologie de France*, n° 138, avril 1927.
- Répartition énergétique des radiations émises par les différents générateurs d'I.-R. *Bulletins et mémoires de la Société de radiologie de France*, n° 139, mai 1927.

WALTER (A.). — Une méthode de mesure des radiations I.-R. Présentation d'un inframètre et d'émetteurs de rayons longs. *Bulletin officiel de la Société française d'électrothérapie*, 35-36, p. 203.

— Appareil émetteur d'infra-rouges. *Revue d'actinologie*, janv.-févr. 1929, p. 81.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	11
 PREMIÈRE PARTIE. — <i>Données fournies par la physique sur le rayonnement infra-rouge</i>	
<i>Chapitre premier.</i> — Définition de l'infra-rouge	13
<i>Chapitre II.</i> — Propriétés des rayons infra-rouges	17
<i>Chapitre III.</i> — Transparence des diverses substances pour les rayons infra-rouges	22
<i>Chapitre IV.</i> — Transparence de la peau pour les infra-rouges	24
<i>Chapitre V.</i> — Production des rayons infra-rouges	26
<i>Chapitre VI.</i> — Générateurs d'infra-rouges	30
 DEUXIÈME PARTIE. — <i>Étude biologique et physiologique</i>	
I. Pénétration des rayons infra-rouges	35
II. Réactions cutanées	35
III. Réactions circulatoires	37
IV. Réactions oculaires	37
V. Réactions sanguines	38
VI. Relations des infra-rouges avec la nutrition et la croissance	39
 TROISIÈME PARTIE. — <i>Thérapeutique. Généralités</i>	
I. Mode d'action par hyperémie	42
II. Mode d'action par hyperglobulie	44
III. Mode d'action leucopénique	45
IV. Lyse des adhérences	45
V. Effet analgésique	47
VI. Antagonisme des radiations	52
VII. Accidents dus aux infra-rouges	55
 CONCLUSION	
 BIBLIOGRAPHIE	
	59

